Jahrgang 1928 **Der Bastler** Nummer 26

AN UNSERE LESER!

Trotz aller Unkenrufe nimmt das Interesse an der Rundfunksache immer weiter zu und dringt in immer größere Kreise. Selbst Leute, die bisher gewohnt waren, um alles, was nur irgendwie nach Technik aussah, einen großen Haken zu schlagen, sehen sich heute veranlaßt, der Technik wenigstens in Form des Funks Aufnahme in ihrem Heim zu bereiten. Diese friedliche Okkupation aller Mitmenschen durch die Technik bringt es mit sich, daß heutzutage Finger an Scheiben drehen und an Hebeln rücken, die ehemals kaum eine Schraube zu fassen wußten, daß Zungen Worte geläufig werden, bei deren Klang allein früher den Sprecher sichtliches Unbehagen befiel, daß Köpfe sich mit Dingen zu befassen beginnen, die nach ihrer einstigen Ansicht weit, weit unter dem Niveau liegen, das als Minimum für geistige Beschäftigung anzusehen war. Was vor 10 Jahren noch alleinigen geistigen Besitz der Techniker darstellte, das übernahm von diesen zuerst der wissensdurstige Amateur; er machte sich vertraut damit und gab es wieder weiter an den kleinen Bastler. Wer Rundfunkhörer werden wollte, mußte erst bis zu einem gewissen Grade Bastler werden.

Heute ist das anders geworden. Besonders seitdem die Industrie Apparate auf den Markt bringt, die tatsächlich so weit vereinfacht und verbessert sind, daß auch der Laie damit zurecht kommt, ergibt sich die Notwendigkeit, den Rundfunk auch im vollen Umfang an den Laien heranzutragen.

Solche Erwägungen sind es, die die Schriftleitung des „Bastler" bewogen haben, in ihrer Zeitschrift eine bedeutende Stofferweiterung vorzunehmen. Es soll dem Rundfunkhörer Gelegenheit geboten werden, sich über die neueste Entwicklung der Radiotechnik, über moderne Apparate und Teile dazu, genügend zu unterrichten. Er soll Hinweise bekommen für die Bedienung und Wartung seiner Empfangsanlage. Darüber hinaus aber soll jeder, der darnach verlangt, die Möglichkeit besitzen, sich an Hand ganz allgemein verständlich geschriebener Artikel einzuarbeiten in die Funktechnik, um so selbst innerhalb der ihm gesteckten Grenzen als Bastler technisch schöpferisch zu wirken.

Wenn also der „Bastler" auch künftighin in Berücksichtigung des wesentlich erweiterten Inhalts unter dem Titel „Funkschau" erscheinen wird, so dürfen die Bastler trotzdem versichert sein, daß man ihr Teil nicht nur nicht verkürzt, sondern im Gegenteil durch strengere Auswahl noch besonders zu verbessern sucht. Und schließlich wird auch für den Bastler die Kenntnis der neuesten Entwicklung das geeignetste Mittel sein, um eigene Lücken, die sich immer wieder neu auftun, zu füllen.

Da sich eine Erweiterung des Stoffes nur durch strengere Gliederung nutzbringend für unsere Leser gestalten läßt, so wird die „Funkschau" nunmehr in monatlicher Bindung, verteilt über vier Nummern, erscheinen und zwar jeweils am 1., 8., 16. und 24. jedes Monats. Wir glauben bestimmt, daß unsere Leser unter der neuen Flagge noch besser fahren werden, denn bisher.

Die Spule im Panzer

Welche Spule ist günstiger: Die kleine oder die große?

Die Schalttechnik des Rundfunkempfängers ist aus der sprunghaften Entwicklung ihrer Jugend in das reifere Alter eines ruhigen stetigen Ausbaus getreten. Auch die neueste Errungenschaft, die Schirmgitterröhre, bringt nichts grundsätzlich neues, obwohl sie bestimmt einen großen Schritt vorwärts bedeutet. Abgesehen von der bedeutend höheren Verstärkung enthebt uns das Schirmgitter der Notwendigkeit des Neutralisierens. Das grundsätzliche Schaltbild eines Hochfrequenzverstärkers sieht damit wieder so aus wie vor 2—3 Jahren. Daran sieht man deutlich, wie wenig sich die Schalttechnik in dieser Zeit geändert hat. Und doch: Damals verstärkte ein Hochfrequenzrohr im Wellenbereich zwischen 200 und 600 m vielleicht 2—3fach, heute etwa 70fach! Es taucht die Frage auf, ob das wirklich nur an den neuen Röhren liegt. Eine bejahende Antwort wäre ein vernichtendes Urteil über die ganze Arbeit vieler Tausend von Bastlern und Fachleuten in diesen Jahren. Abgesehen davon, daß ich mich nur ungern selbst als Trottel bezeichnet wissen möchte, glaube ich sagen zu können, daß die 70fache Verstärkung in einer Stufe nur unter Ausnutzung der mit den normalen Röhren gemachten Erfahrungen möglich ist, also nicht nur durch die neuen Röhren bedingt ist. Oder mit anderen Worten: Wenn wir in einen Hochfrequenzverstärker aus dem Jahr 1924 oder 1925 Schirmgitterröhren stecken und die nötigen Anschlüsse machen, bekommen wir keine 70fache Verstärkung.

Zunächst ist eine Voraussetzung für wirksame Hochfrequenzverstärkung, daß die unmittelbare Beeinflussung der einzelnen Stufen untereinander vermieden wird. Das haben wir in einer mühsamen und nicht immer dornenlosen Entwicklung gelernt, an deren Ende vorläufig die Panzerung steht.

Heute wollen wir aber von der Ausgestaltung des einzelnen Kreises sprechen, die ihrerseits erst wieder die Notwendigkeit des Panzers herbeigeführt hat.

Die Röhre als Verstärker ist ein sog. Spannungsrelais, d. h. bei richtiger Gittervorspannung verbraucht sie im Gitterkreis keine Leistung. Wir müssen nur dafür sorgen, daß möglichst große Spannungen auf das Gitter treffen. Wenn wir beim Dreielektrodenrohr von der Kapazität zwischen Gitter und Anode absehen, können wir die kleine Kapazität zwischen Gitter und Glühfaden einfach zur Kapazität des Drehkondensators, der ja auch zwischen Gitter und Glühfaden liegt, addieren. Wir haben nun im Laufe der Zeit gelernt, die Spannung an dem Kondensator zu steigern, ohne daß mehr Energie von der Antenne her in den Kreis einzutreten braucht.

Die Verbesserung ist an beiden Hauptteilen des Schwingungskreises, am Kondensator und an der Selbstinduktion, erfolgt. Die Größe der Hochfrequenzamplitude ist in erster Linie durch die Dämpfung des Kreises bestimmt. Die Dämpfung ist also kleiner geworden. Wir können sie, allerdings etwas willkürlich, in zwei Teile zerlegen. Der eine Teil umfaßt die Verluste, die mit steigender Stromstärke wachsen, der andere Teil vergrößert sich mit steigender Spannung. Die „Stromverluste" enthalten alle Stromwärmeverluste, damit natürlich auch die durch Wirbelströme erzeugten. Spannungsverluste entstehen hauptsächlich im Dielektrikum von Spule und Kondensator.

Bei Vorhandensein einer bestimmten Energiemenge wachsen mit steigender Spannung natürlich die „Spannungsverluste", während die „Stromverluste" mehr zurücktreten, da die Stromstärke ja kleiner wird. Das ist bei der Dimensionierung der Spulen und Kondensatoren zu berücksichtigen.

Die Mittel zur Kleinhaltung der Stromverluste sind bekannt: Dicker Draht in der Spule, kein Metall in ihrer Nähe usw. Im Panzergerät stoßen diese zwei Bedingungen nun ziemlich hart zusammen. Dicker Draht bedingt größere Spulen, größere Spulen haben aber ein weiteres Streufeld. Die Panzerwände müssen entweder auseinanderweichen oder sie verschlucken viel Energie durch Wirbelströme.

Die Spannungsverluste im Dielektrikum der Spule teilen sich in die Verluste im Spulenkörper selbst und in der Isolation des Drahtes.

Ich habe nun im Laufe der Zeit verschieden große Spulenkörper mit verschieden dickem Draht bewickelt. Dabei zeigte sich, daß ein Körper von 30 mm Durchmesser mit 0,25 mm Draht keine größere Dämpfung in den Kreis brachte wie eine Spule von 60 mm Durchmesser mit 0,6 mm Draht bewickelt. Auf dem schwachen Körper waren zur Erreichung der nötigen Selbstinduktion 120 Windungen nötig, auf dem starken etwa 80. Für die kleine Spule ergibt das 11,30 m, für die große aber 15 m. Die vom Draht bedeckte Fläche des Spulenkörpers hat im ersten Fall 56,5 cm², im zweiten aber gerade doppelt so viel, nämlich 113 cm². Nehmen wir an, daß die Verluste durch die Isolation der Drahtlänge entsprechen, die Verluste im Körper der Spule der bedeckten Fläche, so ist klar, daß die kleinere Spule viel geringere Spannungsverluste haben muß wie die große. Nun zu den Stromverlusten: Das Verhältnis der Ohmschen Widerstände ist etwa 5:1, d. h. die kleine Spule hat den fünffachen Widerstand der großen. Die Hochfrequenzströme laufen nun aber hauptsächlich an der Oberfläche des Drahtes. Das Verhältnis der Oberflächen ist 5:12. Der Widerstand der Oberflächenschicht ist der reziproke Wert hievon, da wir es ja mit einer „Leitfähigkeit" zu tun haben. Das Verhältnis der

Oberflächenwiderstände wird daraus 1,8 : 1. Die Ohmschen Verluste in der kleinen Spule sind also 1,8mal oder rund zweimal so groß wie in der großen Spule.

Nun wären noch die Wirbelstromverluste zu betrachten. Die Überlegung zeigt dabei in Übereinstimmung mit den Versuchen, daß das Streufeld der kleinen Spule ganz bedeutend kleiner ist als das der großen Spule.

Als Ergebnis erhalten wir die überraschende Feststellung, daß die kleine Spule hinsichtlich der Stromverluste nur wenig schlechter ist wie die große, hinsichtlich der Spannungsverluste sogar nicht unbeträchtlich günstiger.

Je mehr es gelingt, die Spannung auf Kosten der Stromstärke zu steigern, desto günstiger werden die Ergebnisse mit kleinen Spulendurchmessern und dünnem Draht sein. Ranke.

Synchrone Laufwerke bei der drahtlosen Bildtelegraphie

Von Hans Bourquin.

Bei der Bildtelegraphie, die längst aus dem Gebiet der Übertragung auf Draht auf dasjenige der Übermittlung mit elektrischen Wellen übergegangen ist, laufen bei allen Systemen im Sender und im Empfänger zwei Walzen, bei denen es darauf ankommt, daß sie sich übereinstimmend „synchron" bewegen. Diese Forderung ist um so schärfer geworden, je mehr sich die Ansprüche an Genauigkeit und Schnelligkeit bei der Bildtelegraphie gesteigert haben. Die Vorrichtungen zur Synchronisierung bilden nun ein Kapitel für sich, und es interessiert vielleicht, wenn ein Überblick über diesen Teil der Bildfunktechnik gegeben wird.

Man kann hier grundsätzlich zwei Arten unterscheiden, wie ein Gleichlauf der Walzen erzielt wird. Bei der einen arbeiten die Werke an der Sende- und an der Empfangsstelle völlig unabhängig voneinander. Aber jedes Werk wird so sorgfältig auf eine vereinbarte Geschwindigkeit eingestellt, daß bei den Walzen ein Gleichlauf erzielt wird, oder wenigstens eine Übereinstimmung der Bewegungen, die praktisch genügt. Bei der anderen Art der Sychronisierung übernimmt beispielsweise die Senderwalze die Führung. Die andere Walze läuft zunächst ungefähr richtig, und sie wird dann durch Wellenstöße, die periodisch vom Sender kommen, genau auf Gleichlauf einreguliert. Wir wollen aus jeder Gruppe ein System vorführen.

Eine Einrichtung, bei der die beiden Stationen ganz auf sich selbst gestellt sind, ist von Telefunken ausgebildet worden; sie beruht auf dem sogenannten „phonischen Rad", das von La Cour bereits im Jahr 1868 herausgebracht worden ist. Dem Leser wird das Wagnersche Hämmerchen bekannt sein, das bei Induktionsapparaten, wie sie auch zu Heilzwecken Verwendung finden, rasche Stromunterbrechungen und Stromschlüsse bewirkt. Es

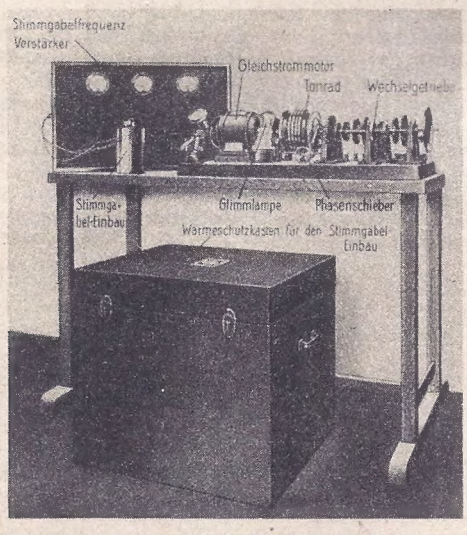

Abb. 1. So sieht eine örtliche Synchronisiereinrichtung aus.

fließt dann durch die betreffende Spule ein sogenannter zerhackter Gleichstrom, der sich aus zahlreichen kleinen Stößen zusammensetzt. Und wenn man nun statt des schlagenden Hammers eine Stimmgabel benutzt, die vom Strom dauernd in Schwingungen versetzt wird und dann den Strom im Sinne ihres Eigentons unterbricht, so lassen sich überaus regelmäßige Stoßfolgen erzielen, und man kann deren Zahl nach Wunsch bestimmen, je nachdem man die Gabelzinken länger oder kürzer macht.

Diese Stromstöße lassen sich nun zur Drehung eines Rades benutzen. Vor dem Pol eines stabförmigen Elektromagneten können die eisernen Zähne eines Rades dicht vorbeigehen. In irgendeinem Augenblick stehe ein Zahn nahe vor dem Magnetpol, also diesem fast gegenüber. Wenn jetzt die Stimmgabel einen Stromstoß liefert, so wird der Zahn vollends herangebracht, und wenn dann der Stromstoß aufhört, so wird sich das Rad durch seinen Schwung noch ein wenig weiter drehen und dabei den nächsten Zahn in die Angriffsstellung bringen. Der folgende Stromstoß kann dann entsprechend wirken; so kommt eine Drehung des Rades zustande, die ganz regelmäßig ausfällt. Verbindet man dieses phonische Rad, das übrigens trotz einer großen Zahl von Zähnen doch recht rasch laufen kann, sofern die Stimmgabel in jeder Sekunde zahlreiche Antriebe vermittelt, durch ein Getriebe mit einer Bildwalze, so wird auch dieser eine völlig regelmäßige Bewegung erteilt.

Laufen auf zwei Stationen gleiche Werke mit peinlich abgeglichenen Stimmgabeln, so ist der Synchronismus gewährleistet, und es bedarf keiner regelnden Hilfen. Telefunken ist hier wirklich die Lösung einer Aufgabe gelungen, an die man früher kaum heranzugehen gewagt hätte. Bei Übetragung eines Bildes kommen nämlich die beiden Walzen in ihrer Drehung höchstens um einen so kleinen Betrag auseinander, daß die Bildgestaltung nicht darunter leidet. Es muß dabei auch sorgfältig darauf geachtet werden, daß die Temperatur der Stimmgabeln sich nicht ändert, weil eine Verlängerung der Zinken die Schwingungszahl herabsetzen würde und umgekehrt.

Natürlich kommen gelegentlich Störungen vor. Es kann nämlich das phonische Rad außer Tritt fallen, wobei seine Bewegung nicht mehr dem Schritt jener Stromstöße folgt. Und um festzustellen, ob hier Ordnung herrscht, wird ein besonderes Mittel angewendet. Es läuft nämlich übereinstimmend mit dem phonischen Rad eine Scheibe oder Walze, die auf ihrem Mantel schwarze Striche auf hellem Grunde zeigt. Läuft der Mantel schnell um, so kann das Auge die Striche im Hellen nicht unterscheiden; es erscheint die Mantelfläche irgendwie grau. Nun wird aber letztere im Dunkeln gehalten und nur absatzweise durch eine Glimmlampe beleuchtet. Diese flammt im Takt der Erregerströme auf, und wenn nun Tritt herrscht, so scheint für ein Auge, das durch ein Guckloch beobachtet, das Rad stillzustehen. Dann ist nämlich jeder schwarze Strich bei der nächsten Beleuchtung so weit vorgerückt, daß er an die Stelle des vorhergehenden Striches getreten ist, so daß alles immer aussieht wie zuvor. Findet man aber keinen Ruhezustand, so muß mit Hilfe eines Schiebers der Gleichtritt wieder hergestellt werden.

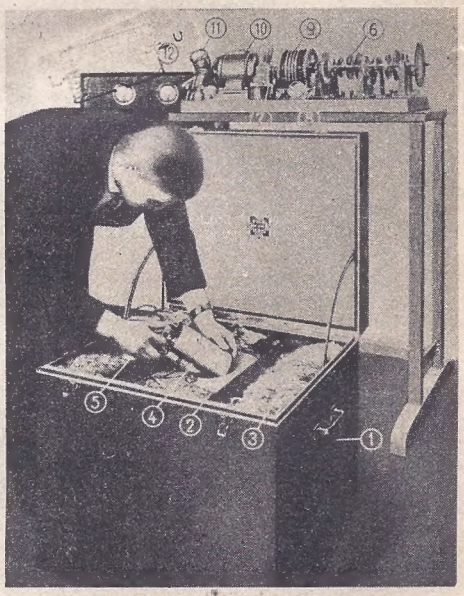

Abb. 2. Die eingeschlossene Stimmgabel wird im Wärmeschutzkasten untergebracht.

Die beiden Bilder zeigen die Einrichtung zu einer solchen „örtlichen" Synchronisierung. Die Stimmgabel (Abb. 1) ist wasserdicht eingebaut und man muß sich vorstellen, daß in dem dargestellten Zylinder jene ganze Einrichtung eingeschlossen ist, die zur Erregung gleichmäßiger Stromstöße nötig ist. Diese gelangen dann nach gehöriger Verstärkung zu einem Gleichstrommotor, der als phonische Walze ausgebildet ist. Auf dem „Tonrad" erkennt man schwarze Querstriche, und man sieht vor diesem die oben erwähnte Glimmlampe. Rechts schließt sich ein Wechselgetriebe an, das die Brücke zwischen dieser wohlregulierten Antriebsvorrichtung und der Bildwalze darstellt.

Der Stimmgabeleinbau wird beim Betriebe in einem großen Wärmeschutzkasten (Abb. 2) geborgen. Dieser enthält verschiedene, die Wärme schlecht leitende Stoffe, und in der Mitte befindet sich ein Gefäß mit Wasser, in das der Einbau getaucht wird. Eine Schutzhaube bedeckt für gewöhnlich auch das oben auf einer Bank befindliche Werk.

Professor Korn wendet die Fernsteuerung zwischen Sender und Empfänger an. Er hat früher eine Einrichtung benutzt, die von d'Arlincourt stammt. Darnach läßt man die Empfängerwalze geflissentlich etwas schneller laufen als die Senderwalze, und man hemmt dann die erstere. Diese besitzt eine Nase, die bei jedem Umlauf festgehalten wird, bis ein vom Sender kommender Wellenstoß sie freigibt, nachdem dessen Walze nachgekommen ist. Diese Regelung genügt den heutigen Bedürfnissen jedoch nicht mehr, sie wird darum durch eine feinere ersetzt. Bei einfachen Bildtelegraphen, wie bei demjenigen von Professor Dieckmann für Bildübertragungen auf ein Flugzeug, reicht allerdings das alte Verfahren noch aus.

Der Erfinder stellt zuerst die Senderwalze möglichst genau auf eine verabredete Geschwindigkeit ein, und im Empfänger wird möglichst genau eine etwas größere Geschwindigkeit angestrebt. Beiderseits werden Umlaufzähler zur Prüfung verwendet. Nun werden vom Sender aus in jeder Sekunde Hunderte von besonderen, ganz kurzen und kräftigen Wellenstößen zum Empfänger geschickt, und diese wirken hemmend, indem ein durch sie erregter Elektromagnet die Zähne eines Rades rückwärts zu drehen bestrebt ist. Wir finden hier den Gedanken d'Arlincourts wieder; nur treten die Hemmungen so häufig ein, daß sie wie eine ständige Regelung wirken.

Korn hat dann noch einen Gedanken von besonderer Bedeutung entwickelt. Er empfiehlt nämlich, daß solche Regelungsstöße von großen Stationen aus auf Drähten von Vorrichtungen zur Bildtelegraphie geschickt werden, und daß eine Art Weltvereinbarung bezüglich des Taktes der Ströme getroffen werde. (In Deutschland, Österreich und der Schweiz werden wir in wenigen Jahren in den zusammengeschalteten Überlandwerken einen vorzüglichen Synchronisierstrom haben. Schriftleitung.) Es müßten dann allerdings diejenigen, die sich mit Bildtelegraphie befassen wollen, wohl für die Walze einen Motor haben, der zunächst diese etwas schneller antreibt, als es an sich erforderlich ist. Aber sie könnten aller eigenen Vorrichtungen zur Regelung des Ganges entraten, weil die ihnen gelieferten Stromstöße dafür sorgen, daß ein bestimmter Lauf zustande kommt. Natürlich lassen sich solche Mittel der Regelung auch ohne Hilfe eines Drahtes liefern. Aber man würde dann an jeder Stelle eine Verstärkung brauchen, und es erscheint daher wohl einfacher, sich einer Leitung zu bedienen, wie das beim Telephonieren der Fall ist. Ein Bild-Rundfunk wäre dann in weitem Ausmaß möglich, indem große Sender eine Bildwalze abspielen und das Bild dann an vielen Stellen als Wiedergabe erscheinen lassen, wo mit verhältnismäßig billigen Apparaten empfangen werden kann, die keine hohen Ansprüche an Wartung stellen.

Die Bildtelegraphie zeigt bereits eine hohe Vollendung; ihr besonderer Teil, die Regelung des Walzenumlaufes, ist schon weit entwickelt. Aber auch diese bedarf doch noch immer der Verbesserung. Die Werke, die mit dem phonischen Rad arbeiten, müssen noch zuverlässiger werden, und wo man Wellenstöße zum Zweck der Synchronisierung benutzt, muß Gewähr geboten sein, daß sie bei Wellen jeder vorkommenden Länge wirksam sind.

Erfahrungen beim Nachbau des Vilbig-Ultradyn

(Heft 18/19 des „Bastler".)

Von Wilhelm Geißler, München.

Für jeden Bastler kommt einmal die Zeit, in der er, des ewigen Umbauens und Probierens müde, auf die Suche nach einer Schaltung geht, die, seinen meist hochgeschraubten Anforderungen genügend, als ‚Dauer'-Empfänger geboren werden soll. Glücklicherweise sind heute viele bereits so weit, daß sie von einem Zweiröhrengerät in der Großstadt nicht mehr Fernempfang im Lautsprecher verlangen.

Die Suche nach ‚dem' Gerät ist nicht einfach und die Meinungen gehen weit auseinander.

Hier möchte ich nun sehr empfehlen, falls einer in diese Lage kommt; sich vor dem Bau an kompetenter Stelle zu erkundigen (falls er Mitglied eines Radioklubs ist, wende er sich dahin, wo ihm sicher gerne jeder Aufschluß zuteil wird), ob eine von ihm gewählte Type seinen Anforderungen an Leistungen usw. unter den vorhandenen Empfangsverhältnissen entspricht, außerdem soll er sich dann dahingehend prüfen, ob der Bau des Empfängers theoretisch und praktisch nicht sein Können übersteigt. Es ist damit nicht getan, eine vielleicht sogar gute und eingehende Baubeschreibung zu lesen und nach der zugehörigen Blaupause, wenn auch (oft scheinbar!) genau zu schalten. Man muß wissen, und darauf kann meinen Erfahrungen nach nicht oft genug hingewiesen werden, nicht nur warum überhaupt z. B. eine Leitung vorhanden ist, sondern auch warum sie gerade so verläuft und nicht anders. Ich spreche hierbei von einwandfreien Originalgeräten, möchte aber schon darauf hinweisen, daß gerade in dieser Beziehung viel gesündigt wird. Wiederholt kann man Baubeschreibungen lesen, die, von ganz unwahrscheinlichen Leistungen sprechend, von Geräten handeln, deren Veröffentlichung und damit Empfehlung zum Nachbau für die Allgemeinheit gar nicht in Frage kommt, sei es durch deren komplizierte Schaltung, sei es durch ihre Art und Arbeitsweise überhaupt. Es muß einmal darüber ein offenes Wort gesprochen werden, denn die „Geräte", die aus solchen Beschreibungen entstehen, sind manchmal zum Heulen, ganz abgesehen von dem hinausgeworfenen Gelde.

Ist man sich dagegen über die Arbeitsweise eines Gerätes im klaren, so kann ein Apparat zwar nachgebaut, aber doch dem individuellen Empfinden des Nachbauenden angepaßt werden, im Aufbau sowohl als auch dem vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend. Es können auch Änderungen praktischer Natur und evtl. Verbesserungen vorgenommen werden, die beim Bau des Originalgerätes erst zu spät in Erscheinung traten und dann vielleicht der Mühe wegen nicht mehr korrigiert wurden. Z. B. vermisse ich vielfach in den Baubeschreibungen Hinweise, daß dieses oder jenes sich als nicht vorteilhaft erwies und besser so oder so zu machen wäre (z. B. Stellung eines Einzelteiles wegen der Leitungsführung, Empfehlung eines anderen statt des verwendeten Einzelteiles aus irgendeinem sich erst später zeigenden Grunde usw.). Damit würde dem Verfasser der Beschreibung keine Perle aus der Krone fallen und dem Nachbauenden wäre sehr gedient. Speziell bei Hochleistungsgeräten z. B. wäre es vorteilhaft, wenn die Erbauer über Mitteilungen, die sie ja meistens von Nachbauenden in dieser Hinsicht sowohl als über Verbesserungen usw. erhalten, auszugsweise den Leserkreis der betr. Zeitschrift durch einige Zeilen, für welche die Zeitschrift Platz schaffen müßte (z. B. in einer besonderen Rubrik über Erfahrungen im Nachbau von beschriebenen Geräten) in Kenntnis setzten.

Diese etwas lang gewordene Einleitung hat nicht Bezug auf den Titel dieses Artikels, insbesondere als gerade Herr Dipl.-Ing. Vilbig, von dessen Gerät ja hier die Rede sein soll, zum großen Teil alle Anregungen ohnedies beachtet hat. Trotzdem aber will ich hier die Erfahrungen mitteilen, die ich gelegentlich des Nachbaus des in seiner Konstruktion noch einzig dastehenden Gerätes gesammelt habe, um, wenn sie auch nicht von grundlegender Bedeutung sind, doch den Bastler zum persönlichen Nachdenken anzuregen und damit das blinde Nachbauen, wie es ja vielfach geschieht, einzudämmen.

Es handelt sich um den im „Bastler" Nr. 18 u. 19 beschriebenen modernen Ultradyn.

Die Ausmaße des Gerätes habe ich gelassen, denn der zur Verfügung stehende Raum kann der Drehkondensatoren wegen nicht beschnitten werden.

Statt der vier Zwischenfrequenzstufen baute ich nur drei ein; (die zugehörigen Transformatoren vermindern sich hierdurch auf vier Stück). Diese genügen, wie ja bereits Vilbig schreibt, vollauf für normale Ansprüche. Der Aufbau wird auch dadurch in der Leitungsführung und Einteilung etwas erleichtert. Die Transformatoren würden übrigens, wie ich auch beim Bau erst merkte, besser um 90° nach rechts gedreht; hierdurch werden die Gitterleitungen wesentlich verkürzt.

Weiterhin habe ich den mittleren (geschlossenen) Rahmen als + Heizleiter ausgebildet; hierdurch vereinfacht sich die Leitungsführung, was wieder dem gefälligen Aussehen zugute kommt. Besonders ist dann natürlich zu beachten, daß die Befestigungsschrauben des Rahmens in der Grundplatte niemals Kurzschluß mit dem Panzerkasten bekommen dürfen, denn eine diesbezügliche Reparatur würde einem Zerlegen des Gerätes gleichkommen.

Dann möchte ich auf einen Widerspruch in der Beschreibung

hinweisen. Vilbig legt den an der linken Seitenwand sitzenden Glimmerdrehkondensator richtig im Schaltschema parallel zu der Primärseite des Filters; dagegen ist er in der Blaupause parallel zu der Sekundärseite, auch im Texte (Nr. 19) ist von der Sekundärseite die Rede. Entweder man läßt nun den Drehkondensator ganz weg und verwendet parallel zur Primärseite des Filters den von der Herstellerfirma des Zwischenfrequenzsatzes vorgeschriebenen Blockkondensator (in diesem Falle 200 cm), oder man benützt statt dessen den Drehkondensator. Letzteres führte ich aus, um damit die Zwischenfrequenzwelle variabel zu machen.

Außerdem ist in der Baubeschreibung der Heizwiderstand der Oszillatorröhre in der + Heizleitung, muß also von dem Panzerkasten, der minus führt, isoliert werden, was immerhin in der mechanischen Ausführung Schwierigkeiten bereiten kann. Dies habe ich mir gespart, also den Widerstand ebenfalls wie die anderen Widerstände direkt auf den Winkel gesetzt. Ein Unterschied in der Leistung der Oszillatorröhre war nicht festzustellen.

Die beiden Rahmen-Buchsen sind nach der Beschreibung isoliert in den Kasten einzusetzen; dies unterläßt man der Einfachheit halber bei der am Rotor des Drehkondensators und damit ja an der am minus-führenden Panzer liegenden Seite des Rahmens und spart sich damit gleichzeitig die entsprechende Leitung.

Das Gitter des Audions legt Vilbig an Minus-Heizung. Ich habe wiederholt bei Überlagerungsempfängern (bei Gittergleichrichtung, also mit Gitterblock und Widerstand) festgestellt, daß Plus-Vorspannung, besonders in der Lautstärke, günstiger wirkt und habe diese Beobachtung hier wieder bestätigt gefunden.

Auf einen scheinbar nebensächlichen Punkt möchte ich noch hinweisen. Die Befestigungsschrauben des Sockels der Oszillatorspule im Panzer müssen vor Befestigung des mittleren Messingrahmens versenkt in die Grundplatte kommen. Hernach ist es unmöglich heranzukommen, und die Befestigung lediglich am Panzer ist mit dessen Verbiegung verbunden, außerdem würde dieser am Grundbrett keinen Halt haben.

Um nun auch meinen Ausführungen am Anfang selbst gerecht zu werden, weise ich noch darauf hin, daß ich beim Schalten und hernach gefunden habe, daß z. B. der Niederfrequenztransformator der kürzeren Leitungen wegen besser (von unten gesehen) mit dem großen Blockkondensator Platz tauschen würde. Falls jemand nicht besonderen Wert auf strenge Symmetrie auf der Frontplatte legt, wird er vorteilhaft die beiden Klinkenschalter auf die rechte Seite der Frontplatte verlegen. Dann habe ich noch für besser befunden, zwei Teile des Dreifach-Blockkondensators zur Überbrückung der Anodenleitung der Oszillatorröhre zur Heizleitung zu verwenden und dafür die von der Anodenleitung der Niederfrequenzröhre wegzulassen. Betreff Verwendung der Einzelteile habe ich noch zu bemerken, daß für die Blockkondensatoren zur Überbrückung der Potentiometer usw. sowie des Gitterwiderstandes solche mit seitlichen Schrauben zu verwenden sind. Beim Löten kann es nämlich leicht passieren, daß entweder das Glas springt oder sich die innere Verbindung löst.

Als gute Röhrenkombination habe ich für Zwischenfrequenz 3 RE 064, als Audion VT 128 (oder RE 084) gefunden. Die Oszillatorröhre (RE 073 d)[1]) darf keinen zu großen Glaskolben haben, sonst paßt sie nicht in den Panzerkasten. Ich warne davor, die Füßchen evtl. abzuzwicken; mir passierte hierbei, daß der Heizfaden absprang.

Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß bei der Bohrung der Frontplatte besser die Blaupause, welche zu diesem Gerät herausgegeben wurde, nicht verwendet wird zur Anzeichnung der Bohrlöcher, nachdem diese um ca. 2 mm abweichen können, sonst passen die Drehkondensatoren nicht in den Kasten. Im übrigen ist die Blaupause auch für den erfahrenen Bastler, und ein anderer soll sich an dieses Gerät (wie ja auch Vilbig wiederholt betont) nicht heranwagen, als ein sehr gutes Hilfsmittel zu empfehlen.

Es sei noch erwähnt, daß es der Schönheit halber empfehlenswert sein dürfte, nicht nur den Panzer, sondern auch die beiden Messingrahmen versilbern zu lassen.

Viel Glück zum Bau dieses Vilbig-Ultradyn, es ist ein Gerät, mit dem nach viel Geduld und Mühe wirklich „Staat" zu machen ist, und falls meine Ausführungen dem einen oder anderen Bastler einige Kraftausdrücke ersparen helfen, ist meine Aufgabe erfüllt!

1) Vilbig gibt an: RE 072 d. Diese Röhre wird besser durch die RE 073 d oder neuerdings R E 074 d (4 Volt Heizspannung) ersetzt.

Die Wellenmessung

Arten der Wellenmessung — Durchführung der Messung — Bau eines einfachen Wellenmessers

Von Alfred Kohlenbecker.

Trotzdem genaue Messungen gerade in der Radiotechnik von größter Wichtigkeit sind, findet man in Kreisen der Hörer und auch der bauenden Amateure oft eine große Interessenlosigkeit diesem Gebiete gegenüber. Wenngleich vielleicht noch ein Voltmeter zur Kontrolle der Batterien vorhanden ist, so findet man doch selten einen guten Wellenmesser, der doch in seiner Vielseitigkeit ein ebenso notwendiger Bestandteil einer Empfangsanlage ist. Der Zweck dieses Aufsatzes ist es, einen Überblick über die verschiedenen Arten der Wellenmessung und der dazu verwendeten Geräte zu geben. Anschließend soll dann eine Anleitung für den Bau eines hochwertigen Röhrenwellenmessers gegeben werden, der infolge seiner einfachen Konstruktion auch von weniger geübten Bastlern hergestellt werden kann.

In meinem Aufsatz über Kurzwellenempfänger[1]) habe ich schon kurz die einfachste Art der Wellenmessung erwähnt. Es ist die Messung mit dem Absorptionskreis. In Bezug auf Einfachheit, nur aus Spule und Drehkondensator bestehend, ist diese Anordnung nicht mehr zu übertreffen. Der Schwingungskreis wird einfach mit den Spulen des Empfängers gekoppelt, in Resonanzstellung und bei genügend fester Kopplung bringt der Absorptionskreis durch Energieentziehung die Schwingungen des Empfängers zum Aussetzen. Beim Durchdrehen des Wellenmesserkondensators macht sich das Aus- und Wiedereinsetzen der Schwingungen durch zweimaliges Knacken im Hörer des Empfängers bemerkbar. Da der Empfänger sich bei dieser Meßmethode im Schwingzustand befinden muß, kommt diese Messung auf Rundfunkwellen nicht in Frage. Man wendet das Verfahren deshalb hauptsächlich auf kurzen Wellen im Telegraphieverkehr an, wo der Empfänger ohnedies schwingen muß.

Eine zweite bekannte Art der Wellenmessung verwendet den durch Summeranstoß erregten Schwingungskreis. In diesem Falle strahlt also der Wellenmesser Energie aus. Wenn diese Senderwirkung auch schwach ist, so sollte man doch vorsichtig sein und nicht zu stark an die Antenne koppeln, da immerhin in der Nähe befindliche Empfangsstationen gestört werden könnten. Die Schaltung dieses Gerätes ist so bekannt, daß sich die Abbildung des Schaltschemas erübrigt. Außerdem wurde kürzlich ein Aufsatz hierüber an dieser Stelle veröffentlicht.[2]) Der findige Amateur wird sich seinen Summerwellenmesser vielseitig verwendbar machen. So läßt sich derselbe z. B. leicht durch entsprechende Buchsen als Leitungsprüfer, Detektorempfänger, zur Einstellung der Detektoren usw. verwenden.

So bequem und handlich nun der Summerwellenmesser auch ist, so haften ihm doch auch manche Fehler an, die sich besonders heuzutage stark bemerkbar machen, nachdem so viele Rundfunksender in kurzem Wellenabstand untergebracht werden mußten. Die Selektivität der Röhrengeräte ist eben eine bedeutend größere als die des Summerwellenmessers. Dies leitet uns von selbst auf den Gedanken, auch zur Wellenmessung Elektronenröhren zu benutzen.

Wir haben in der Form des sog. Überlagerers schon ein Gerät, das in der Lage ist, ungedämpfte Schwingungen von konstanter Länge auszusenden. Wir können also beim Durchdrehen des Kondensators den bekannten Überlagerungston hören, der durch Interferenz der beiden Schwingungen, Empfänger einerseits und Überlagerer (Wellenmesser) andererseits, entsteht. Man braucht nur auf den tiefsten Heulton einzustellen, um die Resonanz der beiden Geräte ablesen zu können. Der Kondensator des Überlagerers kann also direkt nach Wellenlängen geeicht werden. Nun zeigt aber die Abstimmung des in der üblichen Rückkopplung geschalteten Röhrenwellenmessers eine große Abhängigkeit von der verwendeten Anodenspannung. Man ist also genötigt, die Spannung genau konstant zu halten, um keinen Meßfehler zu erhalten. Geräte dieser Art kommen daher für den Amateur kaum in Frage. Dagegen haben wir durch Anwendung der Doppelgitterröhre in Negadyneschaltung ein ganz vorzügliches Mittel, uns von der Anodenspannung unabhängig

1) „Bastler" Heft 32 Jahrg. 1927.

2) „Bastler" Heft 31 Jahrg. 1927.

zu machen. Gleichzeitig erreichen wir einen bedeutenden weiteren Vorteil, der darin besteht, daß wir überhaupt nur ganz geringe Spannungen zum Betrieb benötigen. Wir sind in der Lage, einen Doppelgitterröhrenwellenmesser einschließlich der Batterie in ein handliches Kästchen einzubauen, das bequem neben dem Empfänger auf dem Tisch Platz hat. Die Eigenart der Negadyneschaltung ermöglicht es, außer reinen Hochfrequenz-Schwingungen auch modulierte Schwingungen, nur durch Regulierung der Heizung zu erzeugen. Die Doppelgitterröhre erweist sich hier als ein Universalinstrument, trotzdem der Aufbau des ganzen Gerätes äußerst einfach ist. In Würdigung dieser Vorzüge beschreibe ich später den Bau eines solchen Gerätes näher. Die bisher angeführten Arten der Wellenmessung waren zur Verwendung am Empfänger bestimmt. Der Vollständigkeit halber sollen nun auch die am Sender oder bei Messungen im Laboratorium zu verwendenden Geräte bez. Anordnungen beschrieben werden.

Allen Typen, ob Empfänger- oder Senderwellenmesser, gemeinsam ist der aus Kapazität und Selbstinduktion bestehende Meß-Schwingungskreis. Den Unterschied der verschiedenen Arten bedingt nur der Indikator, d. h. diejenige Einrichtung, die anzeigt, wann der Wellenmesser sich mit der zu messenden Welle in Resonanz befindet. Bei Messungen am Empfänger dient der Empfänger selbst als Anzeigeinstrument, wir hören im Kopfhörer den stärksten Ton des Summers bzw. den tiefsten Überlagerungston. Anders am Sender, hier müssen wir den Resonanzindikator mit dem Wellenmesser selbst verbinden. Bei großen Energien kann z. B. ein Meßinstrument (Hitzdrahtamperemeter, Glühlampe), in Serie mit Spule und Kondensator in den Schwingungskreis gelegt, verwendet werden. Auch ein Heliumröhrchen, das über den Kondensator geschaltet wird, zeigt die Resonanz durch plötzliches Aufleuchten an. Bei geringeren Energien des Senders sind diese Mittel nicht mehr genügend empfindlich, man wendet in diesem Falle einen Detektor in Verbindung mit einem Telefon oder Galvanoskop an. Sofern es sich um gedämpfte oder modulierte ungedämpfte Schwingungen handelt, kann die Resonanz im Telefon abgehört werden. Bei ungedämpften Wellen kommt nur Detektor mit Galvanoskop in Frage. Die neueste und genaueste Messung verwendet die bekannten Quarzkristalle.

Vorstehende Zeilen gaben einen Überblick über die verschiedenen Arten der Wellenmessung. Wir kehren nun zu dem den Amateur am meisten interessierenden Empfängerwellenmesser zurück, um zu sehen, wie es möglich ist, einen Wellenmesser nach Metern zu eichen.

Die einfachste Methode ist es, den Wellenmesser nach einem Normal-Wellenmesser zu eichen. Es wird hierfür das Normal auf einen bestimmten Wert eingestellt und der zu eichende Wellenmesser in Resonanz gebracht, worauf die Stellung des Kondensators markiert wird, wenn man nicht vorzieht, die einzelnen Werte auf Millimeterpapier einzutragen, worauf man die so gefundenen Punkte zu einer Kurve verbindet. Bei wellengleichen Drehkondensatoren genügt es meist, einige, möglichst weit auseinanderliegende Punkte zu bestimmen und dieselben durch eine Gerade zu verbinden. Da sich bei Verwendung von Röhrenwellenmessern die Abstimmschärfe wesentlich erhöht, kann man mit Vorteil an der Skalenscheibe Vorrichtungen anbringen, die eine feinere Ablesung gestatten. Es kommt dafür in erster Linie die Ableselupe und der Nonius in Frage. Der vom Kaliber her bekannte Nonius besteht aus einer Hauptteilung (Limbus) und einer daneben verschiebbaren Teilung, dem Nonius. Diese Einrichtung läßt sich auch in Kreisform anordnen (Abb. 1). Am besten eignen sich dazu die großen Skalenscheiben mit 100 Teilstrichen. Die kleinen 180 gradigen Scheiben sind, trotzdem sie meist nur von 2 zu 2 geteilt sind, zu fein. Wir brauchen, um an der Skalenscheibe des Drehkondensators noch Zehntel-Grade ablesen zu können, nur eine zweite zehnteilige Skala anzubringen, die eine Länge von neun Skalenteilen der Hauptteilung hat. Man liest am ersten Teilstrich des Nonius die ganzen Grade ab; beobachtet man nun, welcher Teilstrich des Nonius mit einem Teilstrich der Hauptteilung zusammenfällt und zählt vom ersten Strich des Nonius, wieviel dies sind, so gibt diese Zahl die Zehntelgrade an. Da verschiedene Funkfreunde keine Möglichkeit haben werden, die Eichung in einem Laboratorium vorzunehmen, will ich angeben, wie es auch mit anderen Mitteln möglich ist, eine Eichung durchzuführen, die bei sorgfältiger Arbeit für die Praxis genügt. Für die Rundfunkwellen stehen uns ja vor allen Dingen die Sender selbst zur Verfügung. Es ist aber gerade hierbei vorteilhaft, die Eichkurve graphisch nach möglichst vielen Punkten zu bestimmen, man sieht dann leicht, welcher Sender „aus der Kurve fällt", d. h. seine Welle nicht genau einhält. Bequem ist es dann allerdings, die Werte auf den Wellenmesser selbst zu übertragen (Skalenscheibe Radix) usw., man spart bei der Ablesung viel Zeit, wenn man nicht erst im Kurvenblatt nachzusehen braucht. Auch für kurze Wellen (20—100) läßt sich die Eichung nach Rundfunkwellen durchführen. Um eine Störung des Rundfunks zu vermeiden, arbeiten wir nach Abb. 2. Die zur Eichung erforderlichen Handlungen sind folgende:

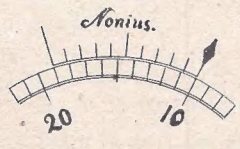

Abb. 1. Der Nonius erhöht die Ablesegenauigkeit ganz beträchtlich.

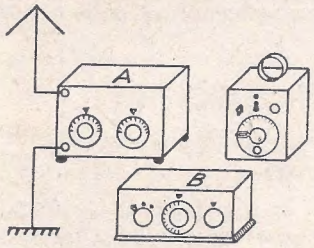

Abb. 2. Anordnung der Apparate bei der Wellenmessung.

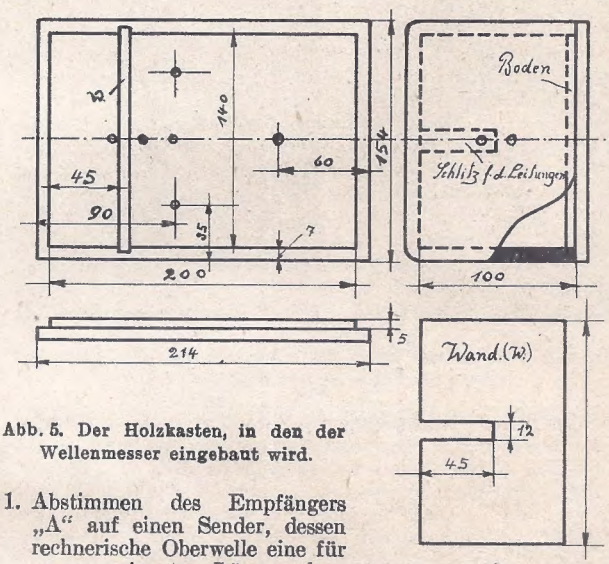

Abb. 5. Der Holzkasten, in den der Wellenmesser eingebaut wird.

1. Abstimmen des Empfängers „A" auf einen Sender, dessen rechnerische Oberwelle eine für uns geeignete Länge hat. Z. B. Stuttgart: 379,7=1te=Grundwelle; 3te Oberwelle 126,56; 5te=75,94; 7te=54,24 Meter usw.
2. Einen Überlagerer (B) (Audionempfänger) in Resonanz bringen.
3. Antenne u. Erde vom Empfänger abschalten.
4. Wellenmesser auf den tiefsten Interferenzton einer Oberwelle einstellen, was am Empfänger abgehört wird.

Der Überlagerer wirkt als Hilfssender, der die Oberwellen erzeugt, ohne die Nachbarschaft zu stören. Da man anfänglich nicht weiß, welche Oberwelle man hat, ist es vorteilhaft, die mutmaßliche Kurve provisorisch einzutragen, wodurch man bald Klarheit hat. Zur Kontrolle wird man den Versuch mit verschiedenen Sendern durchführen.

Endlich sei noch einer Methode gedacht, die es ermöglicht, Wellen von genau definierter Länge zu erzeugen. Es ist die 1890 von Lecher erfundene Paralleldrahtanordnung. Es ist hierbei möglich, die erzeugte Welle mit dem Maßstab zu messen, sie ist doppelt so lang als das Paralleldrahtsystem (vergl. Nesper Meßtechnik).

Nach diesem Überblick über die verschiedenen Meßmethoden will ich einen Negadyn-Wellenmesser beschreiben, der nach den Forderungen der Praxis gebaut ist und so handlich als möglich sein soll. Die Batterien sind in den Kasten mit eingebaut, um jede Zuführungslitze zu vermeiden.

Der Kasten wird aus Hartholz hergestellt, innen lackiert oder paraffiniert, um das Holz gegen etwaige Dämpfe aus den Batterien zu schützen. Das gilt hauptsächlich für die durch eine Scheidewand abgetrennte Batteriezelle. Abb. 5 zeigt den Kasten mit den nötigen Maßen.

Für die Einzelteile kommen natürlich nur beste Fabrikate in Frage. Da es sich um ein Meßinstrument handelt, muß

und die Gleichung lautet: $U = -L\frac{dJ}{dt}$. Der Vorgang ist der gleiche, nur daß der Strom nach unendlich langer Zeit wieder den Wert $i = O$ erreicht. Diese Betrachtung gilt indessen nur, wenn der Stromkreis k e i n e n Ohm'schen Widerstand besitzt. In Abb. 90 zeichnen wir den Stromanstieg bzw. -abfall ein, wobei wir die Spannung 10 Sekunden lang anlegen und dann abschalten wollen. Der Strom wird 10 Sekunden nach Abschalten wieder zu O. Aus der Gleichung sehen wir ferner, daß das Wachsen und Sinken des Stromes um so rascher erfolgt (die Geraden um so steiler verlaufen), je größer die angelegte Spannung U und je kleiner die Selbstinduktion L ist. **Damit wird der Faktor $k = \frac{U}{L}$ groß.**

Zu b) Nach der rechnerischen Lösung der Gleichung $U = L\frac{dJ}{dt}$ (Volt) will ich nun eine graphische Lösungsmethode angeben, von der wir in den folgenden Abschnitten noch häufigen Gebrauch machen werden. Wir können die Gleichung $U = L\frac{dJ}{dt}$ nämlich auch in Proportionsform anschreiben und erhalten dann:

$$\boxed{\frac{U}{L} = \frac{dJ}{dt}}$$

Nunmehr können wir den aus der Geometrie her bekannten Proportionssatz verwerten. Damit sich alle meine Leser an diesen erinnern, will ich ihn kurz bringen. Dazu betrachten wir Abb. 91. „Zieht man zu einer Seite (z. B. die Seite A C) eine Parallele (D E), so verhalten sich die Strecken auf der einen geschnittenen Seite wie die gleichliegenden Strecken auf der anderen Seite." Also:

$$\frac{AB}{DB} = \frac{BC}{BE}.$$

Dieselbe Überlegung gilt auch, wenn die ähnlichen Dreiecke A B C und D B E sich nicht decken, sondern nebeneinander liegen. (Abb. 92.)

Wir sehen, daß diese Proportion dieselbe Form hat wie die Gleichung $\frac{U}{L} = \frac{dJ}{dt}$. Wir brauchen also nur U durch die Strecke A B, L durch D B, d J durch B C und d t durch die Strecke B E darzustellen und haben dadurch die Gleichung $\frac{U}{L} = \frac{dJ}{dt}$ graphisch dargestellt.

Bei dieser Gleichung müssen wir nun darauf achten, daß wir die einzelnen Größen in den richtigen Maßstäben darstellen,

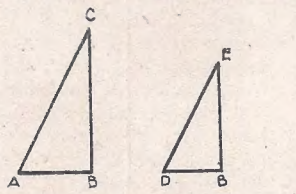

Abb. 92

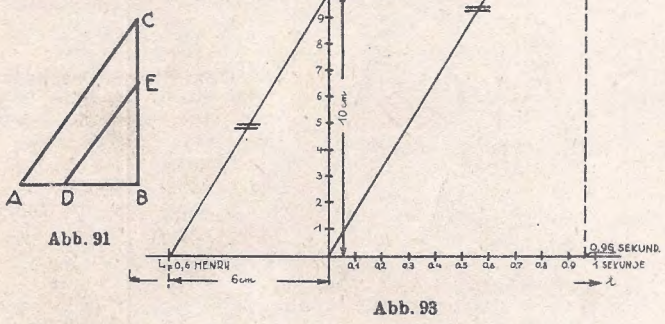

Abb. 91

Abb. 93

damit die Gleichung gewahrt bleibt. Drei von den 4 Größen können wir in ihrem Maßstab beliebig wählen. Die vierte Größe ist aber dann durch die anderen 3 Größen bestimmt. Die Maßstäbe wählt man zweckmäßig so, daß man eine günstige Zeichnung bekommt.

Beispiel: Wir haben die Spannung U = 10 (Volt). Wir wollen 1 Volt durch eine Strecke von 1 cm darstellen (siehe rechnerische Einführung unter A: Einführung in die math. Hilfsmittel) L = 6 · 10 − 1 = 0,6 Henry. Wir zeichnen: 1 Henry = 10 cm, also: 0,6 Henry = 6 cm.

Wir wollen nun durch Konstruktion finden, nach welcher Zeit der Strom i auf 16 Amp. angewachsen ist. Wir stellen 1 Amp. durch eine Strecke von 1 cm dar. Die Maßstabsgröße für die Zeit d t müssen wir also noch feststellen. Zu diesem Zwecke lösen wir einfach die Gleichung $\frac{U}{L} = \frac{dJ}{dt}$ nach dt auf und setzen für die 3 anderen Größen die entsprechenden Maßstabsgrößen ein. Also:

$$dt = \frac{L\,dJ}{U} = \frac{10\text{ cm} \cdot 1\text{ cm}}{1\text{ cm}} = 10\text{ cm}.$$

Die Zeit d t = 1 Sekunde wird also durch eine 10 cm lange Strecke dargestellt. In ein Koordinatenkreuz tragen wir nun auf der Ordinate die Spannung U und die momentanen Ströme i, auf der Abszisse von O aus nach links L, nach rechts d t auf. (Abb. 93.) Führen wir diese Konstruktion durch, indem wir die Parallele durch O zu L (0,6 H) U (10 V) durch i = 16 Amp. zur Abszisse ziehen, so können wir aus der Zeichnung herausmessen, daß nach der Zeit: t = 0,96 Sekunden der Strom i auf 16 Amp. angewachsen ist. Ebenso wie wir für t die Maßstabsgröße festlegten, können wir für jede der 4 Größen den Maßstab feststellen, wenn wir die Maßstäbe der anderen 3 Größen geben. In sinngemäßer Weise kann man auf gleiche Weise jeweils die 4. Größe finden, wenn 3 Größen bekannt sind. Diese einfache und übersichtliche graphische Rechenmethode werden wir noch häufig anwenden und wir werden manche sonst schwierige Rechenmethoden durch sie ersetzen.

Nunmehr wollen wir den in der Praxis vorkommenden Fall behandeln, daß die Spule außer der Selbstinduktion L noch einen Ohm'schen Widerstand R (Ω) besitzt. Wir nähern uns dabei um so mehr dem theoretischen Idealfall des von Ohm'schen Widerständen befreiten Stromkreises, je kleiner R wird.

7. Selbstinduktion L und Ohm'scher Widerstand (R) im Gleichstromkreis.

Wir denken uns, wie Abb. 94 zeigt, die Selbstinduktionsspule L an der Spannung U' liegend. Dann gilt nach schon bekanntem:

$$U' = L\frac{di}{dt} \cdot (\text{Volt})$$

Wir müssen nun noch U' bestimmen. U' = U — Spannungsabfall im Widerstand R. Bei der Behandlung des Gleichstroms haben wir schon gelernt, daß man den Spannungsabfall in einem Widerstand aus dem Produkt: Strom × Widerstand = i · R berechnet. Der Strom i (Amp.) ist aber bestimmt durch die Selbstinduktion. Wir können nunmehr schreiben:

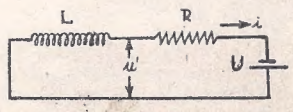

Abb. 94

$$U' = U - R \cdot i = L\frac{di}{dt}, \text{ oder:}$$

$$\boxed{U = R \cdot i + L\frac{di}{dt}}$$

Diese Gleichung könnten wir wieder durch Integration lösen, ähnlich wie wir das im vorhergegangenen Abschnitt getan haben. Wir haben aber nunmehr eine graphische Lösungsmethode kennen gelernt, die eine sehr anschauliche Darstellung der elektrischen Vorgänge wiedergibt und außerdem verhältnismäßig einfacher ist als die rechnerische Lösung. Wir wollen daher der graphischen Methode jetzt den Vorzug geben. Wir formen zunächst die Gleichung:

$$U = R \cdot i + L\frac{di}{dt} \text{ etwas um und erhalten:}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{U - R \cdot i}{L} = \frac{U'}{L}$$

Dieselbe Proportion haben wir schon bei der früheren graphischen Rechnung kennen gelernt, nur ist jetzt U' veränderlich, da R · i mit wachsendem $\frac{di}{dt}$ größer, damit U' kleiner wird.

(Fortsetzung folgt)

Berichtigung

In dem Artikel

„Ein kleiner, praktischer Überlagerungsempfänger"

von W. Geißler

aus „Bastler" Nr. 12/13 haben sich in Abbildung 2 (Schaltbild) zwei Zeichenfehler eingeschlichen:

Die Klemmenbezeichnungen der Zwischenfrequenztransformatoren sind jeweils diagonal zu vertauschen. Ferner muß vom Mittelabzweig des Potentiometers eine Verbindungsleitung nach der Klemme „K" (unberichtigt) bzw. „A" (berichtigt) gezogen werden.